

# CROISSANCE ET DÉMOGRAPHIE DES SEMIS NATURELS EN FORÊT DE TAÏ (Côte d'Ivoire)

Daniel-Yves ALEXANDRE  
ORSTOM, BP 165, 97301 CAYENNE.

## SUMMARY

Two populations of small saplings were studied in Taï forest: one in the understorey where all the species were considered, and the other, along an exploitation trail, where only *Tarretia utilis* has been studied. Growth and demography of these two samples were followed for three years. Results are similar to those from other areas: growth remains very slow in the understorey but may greatly increase as soon as light conditions improve. Hypothesis on the adaptation of the photosynthetic apparatus are formulated.

La régénération naturelle des forêts tropicales humides intertropicales de plaine est un phénomène essentiellement discontinu. La grande majorité des espèces d'arbres de la voûte produisent de grosses graines dénuées de dormance comme de protection contre la dessiccation, germent en sous-bois et donnent rapidement naissance à une plantule de taille importante et aux feuilles étalées (ALEXANDRE, 1980). Une fois la phase de germination passée, la plantule que l'on va appeler maintenant petit plant, n'évoque plus que lentement; elle semble inerte et ne s'éprouve pas en une vaine recherche de la lumière comme le ferait celle d'une espèce moins sciaphile (LOACH, 1970). Le petit plant est pour les espèces sciaphiles des forêts denses la forme d'attente jouée chez d'autres espèces par la graine ou, chez d'autres encore, par l'arbre adulte (ALEXANDRE, 1982).

Lorsque, souvent à la suite d'une bourrasque, la voûte est localement détruite au-dessus du petit plant (chablis), celui-ci reçoit une énergie accrue, passant par exemple de 0,5 % à 5 % du rayonnement incident, et même quand le ciel est clair, la totalité du rayonnement direct pendant les quelques dizaines de minutes où le soleil passe au-dessus de la trouée. C'est dans ces conditions nouvelles que le petit plant amorce sa croissance et gagne rapidement la voûte.

Ce schéma est celui que l'on peut tirer de l'observation d'une espèce comme l'avodiré (*Turraeanthus africana*, Méliacées) chez qui on a observé une croissance annuelle de 2,5 cm en moyenne en sous-bois, atteignant 2 m dans une petite clairière (ALEXANDRE, 1977). Nous allons ici chercher à le préciser par des observations effectuées en forêt de Taï (sud-ouest de la Côte d'Ivoire).

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

La station étudiée est située en milieu de toposéquence, en bordure du parc national. Son sol, typique des sols de la forêt de Taï, est rouge et fortement gravillonnaire. La station jouxte une piste d'exploitation

forestière mais ne porte pas d'autre signe de perturbation.

Nous allons comparer le devenir de deux populations: l'une de 249 petits plants de toutes espèces en sous-bois, et l'autre de 86 Niangons (*Tarretia utilis*, Sterculiacées) le long de la piste.

Les petits plants de toutes espèces marqués sont ceux qui constituent la strate la plus basse de la forêt. Il s'agit d'une notion subjective ou du moins difficile à quantifier: selon l'endroit que l'on observe, on est amené à fixer la hauteur maximale à un seuil plus ou moins élevé. Parfois, cette strate est clairement absente. L'âge des plants marqués est inconnu au départ et les déterminations sont de plus souvent difficiles, tous les plants n'ont pu être déterminés.

Le niangon est une essence couramment exploitée, très facile à reconnaître, longtemps monoécue, réputée sciaphile et de plus abondante en forêt de Taï où elle se rencontre de préférence dans les bas-fonds. C'est une essence pour laquelle la technique de l'enrichissement en layons a donné de bons résultats (CATINOT, 1965) et les conditions rencontrées en bordure de piste doivent ressembler à celles d'un layon mal entretenu.

Les petits plants du sous-bois sont tous marqués par une étiquette «Dymo» attachée par un souplisseau de plastique au ras du sol où elle disparaît rapidement. Pour retrouver les étiquettes et les plants, il faut un repérage. Deux techniques ont été utilisées: les numéros 1 à 166 sont situés de part et d'autre d'une ligne perpendiculaire à la pente, matérialisée lors des mesures par une ficelle tendue entre deux arbres. Ce type de marquage très discret a été utilisé pour ne pas trop modifier le comportement des animaux. Les numéros 167 à 249 sont contenus dans quatre placettes de 1 m x 1 m matérialisées par du fer à béton miniumisé et donc repérable de loin. Cette technique donne également satisfaction et permet en outre de rapporter les observations à l'unité de surface; ici, par exemple, la densité est de 21 petits plants par mètre carré.

Les niangons de bord de route ont été repérés par un numéro en «Dymo» rouge-orange, très visible, également attaché par du souplisseau plastique, mais, dans leur cas, nous avons disposé les étiquettes à une certaine hauteur sur la tige. A la deuxième mesure, nous n'avons retrouvé que 72 étiquettes sur les 100 initiales. Les 28 manquantes avaient dû être arrachées par des singes. Dans la suite de l'expérience, les étiquettes n'ont plus été abîmées. Les interférences avec la faune ne sont jamais à négliger dans une étude d'écologie des plantes. Quatorze plants ont pu être retrouvés grâce au plan initial et c'est donc 86 plants en tout qui ont été suivis.

TABLEAU I. — Croissance et démographie d'une population de petits plants du sous-bois de la forêt de Taï.

Date	août 1975	avril 1976	mai 1977	février 1978	mars 1979
Durée { mois	0	8	21	30	43
ans	0	0,67	1,75	2,5	3,58
Croissance moyenne totale	0	2,26 ± 0,76	3,07 ± 0,57	4,35 ± 1,21	4,83 ± 1,23
Croissance moyenne annuelle	-	3,37	1,76	1,74	1,35
Croissance maximale observée	-	20	28 (16 cm/an) <i>Popoula nampouliana</i>	55 (22 cm/an) <i>Mangospor noubreana</i>	63 (12 cm/an) <i>Raphicostylea bentinensis</i> <i>Diospyros noubreana</i>
Vivants sains	N 249 % 100	199 80	161 73	131 53	129 52
Attaques	N 0 % 0	32 13	27 14	45 25	36 27
Morts	N -	17	24	5	33
% effectif précédent	-	7	12	14	21
% effectif initial	-	7	16	18	32
Vivants	N 249	231	208	176	165
Taux de mortalité	% -	11	10	13	11

## RÉSULTATS

## A. — Démographie en sous-bois (cf. Tabl. I)

## a) Croissance en hauteur

La croissance en hauteur dans le sous-bois est faible et surtout tend à diminuer de mesures en mesures : 3,37 cm/an à la première mesure, 1,35 cm/an à la quatrième.

Les croissances maximales observées sont nettement plus élevées. Elles sont le fait d'une espèce d'une part : *Diospyros soubreana* (Ebénacées), d'un groupe morphologique d'autre part : les lianes. Lors de la quatrième mesure en mars 1979, les cinq meilleures croissances sur toute la durée de l'expérience sont le fait de deux *D. soubreana* avec 63 cm et 20 cm et de trois lianes : *Neuropeltis acuminata* (Convolvulacées) 20 cm, *Tricalisia reflexa* (Rubiacées) 18 cm, sp. ind. (liane) 21 cm.

*Diospyros soubreana*, comme les autres espèces connues de *Diospyros*, se conforme au modèle de MASSART décrit par HALLÉ et OLDEMAN (1970). Les auteurs soulignent la fréquence de ce modèle en sous-bois. Ils ajoutent : « les limbes se développent préférentiellement dans le plan horizontal... cette dorsiventralité est peut-être liée à la faiblesse de l'éclaircissement dans le sous-bois, où des dispositifs efficaces pour la captation de l'énergie lumineuse constituent des atouts dans la compétition interspécifique. » Opinion qui nous semble justifiée. De plus, grâce au mode de croissance discontinu du tronc, les feuilles d'un étage supérieur ne produisent, comme l'a montré HORN (1971), qu'un ombrage diffus, peu gênant, sur celles de l'étage inférieur.

On peut également remarquer que les lianes comme les plantes du modèle de MASSART ont une croissance en hauteur discontinue. En effet, très souvent, comme l'a montré CREMERS (1973), il existe chez les espèces lianescentes une forme de jeunesse érigée à croissance lente et entre-nœuds courts qui donne naissance à la forme adulte lianescente à entre-nœuds longs et croissance rapide. On constate assez souvent au premier stade un renflement, parfois marqué, du pivot. Il se peut que ce renflement, plus rarement observé chez les espèces érigées, corresponde à l'accumulation de réserves mobilisables lors de la phase de croissance rapide, ce qui serait intéressant à étudier.

Le taux de croissance relatif pour l'ensemble des petits plants n'a, à notre avis, pas grande signification en raison à la fois de la diversité spécifique de l'échantillon et de la fréquence des attaques. Nous pouvons cependant le calculer. Il est pour l'ensemble de l'échantillon de 0,065, de 0,045 pour les seuls plants qui font moins de 20 cm au départ des observations et de 0,145 pour le pied de *Diospyros* qui a eu la croissance absolue la plus grande. En admettant que de tels taux aient une quelconque signification, on calcule qu'il faudrait, avec le taux le plus faible, 35 ans à un plant de 20 cm pour atteindre 1 m, puis 79 ans à ce même plant pour passer de 1 m à 35 m. Avec le taux moyen il ne faudrait plus que 54 ans pour croître de 1 m à 35 m et avec le taux le plus élevé 25 ans. On voit ici où pourrait mener l'emploi abusif de notions mathématiques puisque la croissance en sous-bois, loin d'être exponentielle tend, sans même tenir compte des différentes attaques, à diminuer au fur et à mesure que le temps passe.

## b) Adversités et mortalité dans la population initiale

Tandis qu'une partie de la population de petits plants croît très lentement, une autre subit des attaques diverses et peut disparaître. Les attaques sont de trois types : chutes de branches, abrouissement, attaques d'insectes, mais ne seront pas détaillées ici.

## c) Natalité et mortalité des classes postérieures à 1975

Seuls les quatre carrés permanents permettent des observations précises. Elles sont résumées sur le tableau II.

Les effectifs sont faibles mais on peut cependant, compte tenu de nos observations non chiffrées en dehors des carrés permanents, se hasarder à faire deux remarques :

TABLEAU II.— Evolution du nombre de petits plants sur 4 parcelles de 1 m<sup>2</sup> en sous-bois.

	1975	1976	1977	1978	1979
Population 1975	83	80	76	73	60
Population postérieure à 1975	0	2	9	9	14
Total vivants	83	82	84	82	74

— Beaucoup de plantules apparemment bien installées disparaissent rapidement, souvent dans l'année qui suit leur apparition: sur les treize plants sains marqués entre 1976 et 1978, cinq seulement survivent en 1979. Il s'agit de *Canthium sp.* (Rubiacées), *Chrysophyllum taiense* (Sapotacées), *Strombosia glaucescens* (Olacacées), *Tarrieta utilis* (Sterculiacées) et de *Xylopia quintasii* (Annonacées).

— La population totale de petits plants est approximativement constante. Les plants qui s'installent durablement remplacent en nombre ceux qui finissent par disparaître. Au hasard de la fructification, de la dispersion, et de tout ce qui peut influencer l'écès, une espèce en remplace une autre et l'on voit ainsi le potentiel floristique végétatif du sous-bois évoluer lentement.

### B— Démographie du Niangon en lisière de piste forestière

#### a) Croissance en hauteur

Le taux de croissance relative en hauteur est indiqué sur le tableau III où les plants ont été groupés en classes de 40 cm de hauteur. Il varie sans différence significative de 0,11 à 0,32 avec une moyenne de 0,21. Un tel taux permet à un plant de 1 m d'atteindre une hauteur de 35 m en dix-sept ans.

Les valeurs maximales de croissance observées en 1978, c'est-à-dire après sept mois de croissance, sont de 167 et 170 cm (plants 627 et 636), soit des valeurs théoriques de près de trois mètres par an.

En 1979, la valeur maximale de croissance est 483 cm après 25 mois de croissance (plant 635), soit

TABLEAU III.— Démographie et croissance d'un échantillon de niangons en lisière de piste forestière à Taï.

Hauteur initiale	20 à 59	60 à 99	100 à 139	140 à 179	180 à 219	220 à 259	260 à 299	300 et +	TOTAL
Morts	1	0	3	0	0	0	0	0	4
Attaques en 1978 qui ne repartent pas ou attaqués en 1979	0	2	3	1	1	3	2	1	13
Sains en 1979	4	12	14	8	7	12	8	4	69
Total	5	14	20	9	8	15	10	5	86
RMG	0,32	0,17	0,25	0,29	0,20	0,21	0,11	0,21	0,21

232 cm/an en moyenne et un taux de croissance relative en hauteur de 0,44 (soit 56 %). Avec un tel taux soutenu, un plant de 1 m de haut atteint 35 m en huit ans. Le plant 627 a crû de 190 cm, ce qui est important mais ne le place plus en tête. Le plant 636 a été étêté par cassure. Six plants sur les 86 qui ont conservé leur étiquette, dépassent 1 m de croissance annuelle.

Le plant 622 qui passe de 123 cm à 370 cm en 25 mois, a un taux de croissance relative en hauteur de 0,53 (70 %) qui, maintenu, lui permettrait de gagner la voûte en moins de sept ans!

## b) Attaques et mortalité dans la population initiale

Contrairement à ce qui s'observe en sous-bois, beaucoup d'attaques ne sont pas létales. Sur les douze plants attaqués en 1978, neuf survivent et compensent les nouvelles attaques de 1979 (neuf également) (cf. Tabl. IV). Sur les neuf survivants de 1978, cinq repartent vigoureusement.

On notera, parmi les causes de rupture de brins de Niangon, l'attaque d'un cérambicide. Nous avons confié ce parasite à G. COUTURIER qui a pu le déterminer: il s'agit de *Prosopocera bipunctata* Drury dont le corps fait chez l'imago  $\pm$  25 mm et le diamètre de sortie 8 mm. Cet insecte n'a jamais été observé en sous-bois et sa présence pourrait signaler une ouverture du couvert supraoptimale.

## c) Recrutement

En janvier 1979, une importante fructification de Niangon a eu lieu et des semis sont apparus aussi bien en sous-bois que dans les parties les plus ensoleillées des bords de la piste forestière.

TABLEAU IV.— Suivi d'une population de jeunes niangons en bordure de piste forestière.

en 1977	en 1978	en 1979
86 plants sains marqués	74 plants sains 5 attaques qui repartiront dès 1979 2 attaques qui seront réatta- qués en 1979 2 attaques qui ne repartiront pas encore en 1979 3 morts	69 sains 79 [ 9 attaqués 1 mort

## DISCUSSION GÉNÉRALE

On retrouve pratiquement, sur les diverses espèces du sous-bois de la forêt de Tai et plus particulièrement sur le Niangon, les valeurs de croissance que nous avons citées pour l'Avodiré au Banco (ALEXANDRE, 1977).

D'autres observations effectuées en forêt tropicale, soit sous forêt intacte, soit sous forêt éclaircie, soit encore sous ombrière, mais presque toujours limitées à des essences précieuses, montrent aussi la constance de ces valeurs de croissance. Ainsi NICHOLSON (1960, 1965), étudiant la régénération des Dipterocarpaceés en conditions naturelles et sous ombrière, obtient en sous-bois une moyenne de croissance de 12,2 mm/an. L'étude sous ombrière lui permet de conclure que les espèces étudiées bénéficient d'un léger ombrage la première année puis croissent, dès la deuxième année, d'autant mieux qu'il y a plus de lumière.

Plus récemment, LIEW et WONG (1973) observent une croissance moyenne en sous-bois de 3,3 cm/an. A découvert, les Dipterocarpaceés étudiés atteignent 2 m de croissance annuelle. En sous-bois, la faible dispersion des graines favorise l'apparition de semis très denses qui sont sujets à une très forte mortalité: en quatre ans, la survie des semis varie de 0,8 à 16,9 %, soit une mortalité annuelle de 70 % et 36 % respectivement.

DEL AMO (1978, cité par GOMEZ-POMPA et VASQUEZ-YANES, 1981) observe dans le sous-bois de la forêt de Los Tuxtlas des croissances de 1,05 à 3,32 cm/an.

Au Congo, PIETERS (1961) étudie la survie et la croissance du Sapèli (*Entandrophragma cylindricum*) et de l'Assamela (*Afromosia elata*) sous ombrière et sous forêt aménagée. Ce sont deux héliophytes «typiques» pour lesquelles «la forêt intacte est le milieu le plus favorable pour la germination» mais qui demandent rapidement une ouverture du couvert. La meilleure croissance est obtenue pour le Sapèli sous 40 % d'E.R.<sup>1</sup> et pour l'*Afromosia* sous 40-50 %; au-delà, on observe des brûlures et une «virulence accrue des attaques d'insectes». La mortalité de l'*Afromosia* est de 63,5 % sous forêt intacte, au bout de 38 semaines (soit 75 % par an), contre 12,1 % sous forêt très éclaircie donnant un E.R. de 50 % environ.

WADSWORTH et LAWTON (1968) observent la croissance sous ombrière de diverses essences couramment plantées: *Pinus caribea*, *Nauclea diderichii*, *Eucalyptus deglupta*, *Aucoumea klaineano* et *Khaya grandifoliola*. Cette dernière pousse encore significativement sous 1 % d'E.R. et atteint presque son maximum de croissance (à l'état de plantule) sous 5 % d'E.R.

Comme PIETERS (1961), AMPOFO et LAWSON (1972) étudient la démographie d'*Afromosia elata*. La mortalité en sous-bois est de 50 % sur sept mois (soit 70 % par an); en milieu ouvert, elle est «négligeable». Expérimentalement, les meilleures conditions de croissance seraient proches de celles obtenues avec une ombrière continue laissant passer 18 % de ce qui parvient avec un écran latéral seulement. D'après les indications des auteurs, on peut estimer l'E.R. global sous l'ombrière continue à 4 % environ.

En Guyane, CLARKE (1956) procède à des ouvertures progressives du couvert naturel. La meilleure régénération du «Greenheart» (*Ocotea radief*) s'obtient avec un sous-bois et un sous-étage détruits et un dais légèrement éclairci laissant, au total, pénétrer environ 15 % de l'éclaircissement incident. CLARKE note que le Greenheart peut résister à l'ombre plusieurs années et répondre immédiatement à l'éclaircie du couvert.

Toutes les espèces citées précédemment sont réputées sciaphiles et on ne s'étonnera pas de trouver des besoins en lumière encore plus grands chez des espèces réputées héliophiles. Ainsi OKALI (1971 et 1972) montre que les croissances maximales du Framiré (*Terminalia ivorensis*), du Fromager (*Ceiba pentandra*) et de l'Iroko (*Chlorophora excelsa*) seraient obtenues pour des éclaircissements supérieurs au plein soleil! Les points de compensation de ces essences seraient de 5,2, 4,5 et 4 % respectivement.

SYNNOTT (1973) a étudié la régénération du Sipo (*Entandrophragma utile*) en Ouganda. En sous-bois, la survie d'un semis est limitée à 1,8 % au bout de deux ans, les rongeurs occasionnant 40 % des pertes et les céphalophes 30 %. La croissance est en moyenne de 2,4 cm/an et la croissance maximale observée 10,8 cm/an.

Toutes ces observations montrent une croissance en sous-bois très faible et, une fois passés les très jeunes stades, un optimum de croissance dans des conditions souvent proches du plein découvert. BAUR (1968) écrit, après avoir visité nombre de forêts tropicales tout autour du globe: «The ability to persist for long periods with little growth, and then to respond rapidly to improved environmental conditions, is one of the most important physiological characteristics of rainforests plants, and it appears to be shared to a greater or lesser extent by the majority of trees and vines...»

Nos observations à Taï vont bien dans le sens général mais montrent aussi que certaines espèces (ici *Diospyros subreana* et plusieurs espèces de lianes) arrivent à des croissances qui sont loin d'être négligeables (63 cm sur trois ans et demi). Compte tenu du taux d'occurrence élevée des attaques, ces fortes croissances ne permettent cependant sans doute pas aux espèces d'attendre la voûte pour pouvoir fructifier et régénérer. Elles laissent par contre supposer une adaptation au manque de lumière très poussée.

Tout porte, en effet, à penser que l'environnement lumineux du sous-bois des forêts denses est extrêmement limitant. Les plantes du sous-bois étudiées par ODUM et LUGO (1970) à Porto-Rico et par BJORKMAN et al. (1972) en Australie, ne montrent une photosynthèse positive que pendant les taches de soleil. A tel point que ODUM et al. (1970) parlent de nutrition hétérotrophe; les feuilles d'ombre pourraient également survivre grâce à la translocation de métabolismes provenant de parties plus éclairées et serait l'hypothétique siège de synthèses particulières (ALEXANDRE, 1972).

<sup>1</sup> E.R. = Eclaircissement Relatif: rapport de l'éclaircissement sous couvert à l'éclaircissement au-dessus du couvert.

L'adaptation à la faible luminosité du sous-bois peut être d'ordre métabolique, mais également purement anatomique. On connaît l'épaisseur généralement élevée du parenchyme foliaire, l'importance de la cuticule, l'existence de stomates le plus souvent fermés qui ne s'ouvrent que lors des taches de soleil les plus importantes (LEMEE, 1957). Ces diverses particularités que l'on retrouve chez les plantes adaptées à la sécheresse sont sans doute en rapport avec l'économie de l'eau. Les espèces du sous-bois sont certes très sensibles à la perte de turgescences et sont peu aptes à puiser l'eau du sol (faiblesse du système racinaire, du système vasculaire, du gradient de potentiel hydrique sol-plantes) et à ce titre peuvent tirer profit d'une restriction des échanges avec le milieu atmosphérique. Mais on s'aperçoit en fait que dans des conditions de forte demande évaporative, telles que celles d'une grande clairière, ces plantes sont rapidement grillées. Le blocage des échanges par fermeture stomatique se montrant insuffisant pour empêcher, le cas échéant, la deshydratation des feuilles, on peut émettre l'hypothèse qu'il répond avant tout à un autre rôle, par exemple celui d'accumuler le CO<sub>2</sub> produit tant que le niveau lumineux reste faible et de permettre ainsi une meilleure efficacité photosynthétique au moment des taches de soleil. Ces plantes auraient ainsi une sorte de cycle pseudo-crassulacéen.

La même adaptation permet d'expliquer la croissance élevée des arbres «sciaphiles» dans les petites clairières (ALEXANDRE, 1979). Au «fond» d'une petite trouée, une plante reçoit un éclairage relatif (E.R.) peu important, souvent de l'ordre de 5 %; ce n'est qu'en milieu de journée et lorsque le ciel est clair que l'éclairage devient important. A ce moment, tout le direct parvient au sol et on peut observer des E.R. de l'ordre de 75 %. Les stomates s'ouvrent alors en grand et la feuille transpire ses réserves hydriques beaucoup plus vite qu'elles ne sont renouvelées. Le retour rapproché à une période de faible énergie est indispensable pour que se rétablisse la pleine turgescence.

Ainsi, il convient de nuancer l'opinion de GRIME et HUNT (1975) qui soutiennent que les habitats sévères, en particulier fort ombragés, tendent à être colonisés par des espèces à faible taux de croissance maximale, qui possèdent souvent une faible respiration et une durée de vie des feuilles prolongée. En effet:

- Le faible taux de croissance maximale peut cacher des taux temporaires très élevés.
- La respiration peut être faible, mais peut aussi être amoindrie par le stockage du CO<sub>2</sub> respiratoire.
- La durée de vie des feuilles et des racines peut s'adapter, chez une même plante, aux conditions mésologiques ainsi qu'on l'observe chez le *Turraeanthus* par exemple (ALEXANDRE, 1977).

#### CONCLUSION

La majorité des espèces de la forêt dense ne présentent pas de dormance et trouvent dans le sous-bois constamment humide des conditions favorables à la germination. On trouve donc dans le sous-bois aussi bien les plantules d'espèces peu adaptées au manque de lumière et qui disparaîtront aussitôt leurs réserves épuisées, que des petits plants d'espèces mieux adaptées. Ces dernières, profitant sans doute des taches de soleil, parviennent à un bilan photosynthétique positif qui leur permet de survivre et même parfois de croître sensiblement. La moindre agression leur est cependant fatale et les causes de traumatisme sont nombreuses; la mortalité est donc élevée, quelle que soit l'espèce.

Au hasard des fructifications, de la dispersion et de la mortalité, la composition floristique de la régénération, de place en place, est en perpétuelle évolution.

La croissance de la végétation lors de cette régénération, dès que le microclimat s'est modifié par suite d'un chablis, est tout à fait remarquable, atteignant 2 m par an, voire davantage. Ces performances étonnantes soulèvent d'importants problèmes d'adaptation physiologique dont l'étude sera indispensable pour une sylviculture rationnelle.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE (D. Y.), 1972. — Régénération et implantation des arbres forestiers en Bass-Côte d'Ivoire. Rapport d'élève, ORSTOM, Adiopodoumé, 29 p.
- 1977. — Régénération naturelle d'un arbre caractéristique de la forêt équatoriale de Côte d'Ivoire: *Turraecanthus africana* Pellegr. *Ecologia Plantarum* 12: 241-262
- 1979. — De la régénération naturelle à la sylviculture en forêt tropicale. Multigr. ORSTOM, Adiopodoumé, 33 p.
- 1982. — Aspect de la régénération naturelle en forêt dense de Côte d'Ivoire. *Candollea* 37: 579-588.
- AMPOFO (S. T.) et LAWSON (G. W.), 1972. — Growth of seedling of *Afrormosia elata* (Harm.) in relation to light intensities. *J. appl. Ecol.*, 9: 301-306.
- BAUR (G. N.), 1968. — The ecological basis of rain forest management. V. C. N. Blight, Government Printer, New South Wales, 499 p.
- BJORKMAN (O.) *et al.*, 1972. — Photosynthetic performance of two rain forest species in their native habitat and analysis of their gas exchanges. *Carnegie Inst. Yb.*, 71: 94-102.
- CATINOT (R.), 1965. — Sylviculture tropicale en forêt dense africaine, Extraits de Bois et Forêts des Tropiques, C.T.F.T. éd.
- CLARKE (E. C.), 1956. — The regeneration of worked out greenheart (*Ocotea rodiaei*) forest in British Guiana. *Emp. For. Rev.*, 35(2): 173-183.
- CREMERS (G.), 1973. — Architecture de quelques lianes d'Afrique tropicale. I. *Candollea* 28: 249-280.
- GOMEZ-POMPA (A.) et VASQUEZ-YANES (C.), 1981. — Successional studies of a rain forest in Mexico. In Forest succession, D. C. WEST, H. H. SHUGART et D. B. BOTHERN (eds.), Springer-Verlag N. Y., Heidelberg, Berlin.
- GRIME (J. P.) et HUNT (R.), 1975. — Relative growth-rate: its range and adaptative significance in a local flora. *J. Ecol.*, 63: 393-422.
- HALLÉ (F.) et OLDEMAN (R. A. A.), 1970. — Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux. Masson éd., Paris, 178 p.
- HORN (H. S.), 1971. — The adaptive geometry of trees. Monographs in population biology, 3. Princeton Univ. Press, 144 p.
- LEMEÉ (G.), 1957. — Sur les mouvements stomatiques d'arbres et arbustes héliophiles et sciaphiles du domaine de la forêt dense de Côte d'Ivoire. *C. R. Acad. Sc.*, 245: 2074-2077.
- LIEW (T. C.) et WONG (F. O.), 1973. — Density, recrutement, mortality and growth of Dipterocarp seedlings in virgin and logged over forest in Sabah. *Malay. Forest.* 36: 3-15.
- LOACH (K.), 1970. — Shade tolerance in tree seedlings. II. Growth analysis of plants raised under artificial shade. *New Phytol.*, 69: 273-286.
- NICHOLSON (D. I.), 1960. — Light requirements of seedlings of five species of Dipterocarpaceae. *Malay. Forest.*, 23: 344-356.
- 1965. — A review of natural regeneration in the Dipterocarp forest of Sabah. *Malay. Forest.*, 28: 4-24.
- OKALI (D. U. U.), 1971. — Rates of dry matter production in some tropical forest-tree seedlings. *Ann. Bot.*, 35(139): 87-97.
- 1972. — Growth-rates of some West African forest-tree seedlings in shade. *Ann. Bot.*, 36( ): 953-959.
- ODUM (H. T.) et LUGO (A.), 1970. — Metabolism of forest-floor microcosm. In A tropical rain forest. U.S.A.E.C. (ed.), chap. 1-3.
- ODUM (H. T.) *et al.*, 1970. — Metabolism and evapotranspiration of some rain forest plants and soil. In A tropical rain forest. U.S.A.E.C. (ed.), chap. 1-8, pp. 103-164.
- PIETERS (A.), 1961. — Premiers résultats de quelques études particulières sur la régénération naturelle en forêt dense équatoriale. Proc. 2<sup>e</sup> Conf. For. Internat., Pointe-Noire, 1958, vol. 1, pp. 158-173.
- SYNNOTT (T. J.), 1973. — Problems affecting the establishment of a mahogany, *Entandrophragma utile*, from seed by natural regeneration in tropical high forest, Uganda. I.U.F.R.O. Symp. on «Seed Processing», Bergen, Norway, vol. II, paper n° 27 (13 p.).
- WADSWORTH (R. M.) et LAWTON (J. R. S.), 1968. — The effect of light intensity on the growth of seedlings of some tropical tree species. *J. W. A. S. A.*, 13: 211-214.